

---

## ETANOL FUEL GRADE DENGAN METODE ADSORPSI DALAM KOLOM UNGGUN TETAP MENGGUNAKAN ADSORBEN CAO-ZEOLIT GRANULAR

Endah Retno Dyartanti\*, Diah Kusumastuti, Ivan Mizanul Aufar  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami No. 36 A, Surakarta 57126 Telp/fax: 0271-632112

\*Email: endah\_rd@uns.ac.id

**Abstract:** *Ethanol is a renewable energy source that can reduce carbon emissions. Gasohol is a mixture of fuel grade ethanol with levels >99% with a premium that is used as a substitute for premium fuel. This study aims to obtain ethanol with levels >99% (fuel grade) through the method of adsorption in fixed bed column with granular CaO-zeolite adsorbent. Zeolite is modified by ion exchange contained in the zeolite with a solution of Ca(OH)<sub>2</sub>. This ion exchange will produce CaO-Zeolite. This research will study the effect of ethanol vapor flow rate and weight of CaO-zeolite adsorbent on levels of ethanol produced. Ethanol drying process begins with the distillation process to obtain ethanol up to ±95% levels followed by drying using adsorption method in a fixed bed column. Ethanol in the holding tank is evaporated at a temperature of ±80°C. Ethanol vapor is passed in a fixed bed column containing CaO-zeolite adsorbent, then the output is condensed by the condenser. Liquid ethanol output then stored and analyzed using picnometer. On the variation of flow rate of ethanol-water vapor mixture of 0.5 ml/sec obtained the highest concentration of ethanol is 95.617% after 15 minutes. For the flow rate of 1 ml/sec, the concentration of ethanol increased to 96.823% after 45 minutes and for the flow rate 1.5 ml/sec decreased the concentration of ethanol obtained 95.686% after 30 minutes. For fixed flow rate of ethanol-water vapor mixture 1 ml / sec with a weight of 150 grams adsorbent obtained the highest concentration of 97.272 after 5 minute. For the adsorbent weight 200 grams, the highest ethanol concentration increased to 98.68% after 10 minutes and the weight of adsorbent for 250 grams of the highest ethanol concentration obtained by 98.770% after 5 minutes.*

**Keywords:** *adsorption, ethanol, cao-zeolite.*

### PENDAHULUAN

Etanol merupakan salah satu sumber energi terbarukan karena sifatnya yang dapat diperbarui secara cepat. Penggunaan bahan bakar etanol juga dapat mengurangi emisi karbon. Etanol yang digunakan untuk bahan bakar dapat digunakan sebagai bahan bakar murni atau dicampur dengan bensin dalam konsentrasi yang bervariasi. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar cair (*biofuel*) dalam bentuk campuran dengan premium yang disebut gasohol. Etanol yang digunakan sebagai campuran dengan gasohol harus memiliki konsentrasi lebih dari 99% agar proses pembakaran dapat berlangsung secara sempurna.

Etanol sebagai bahan bakar sampai saat ini menggunakan konsentrasi yang tinggi yaitu etanol absolut. Untuk memperoleh etanol absolut harus melalui tahap proses fermentasi etanol, proses pemisahan etanol 95% dan

proses pemurnian etanol absolut/*ethanol fuel grade*.

Untuk menghasilkan etanol absolut dibutuhkan proses pemurnian lebih lanjut. Salah satu proses pemurnian etanol dilakukan dengan cara adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu cara pengeringan etanol dengan biaya yang lebih ekonomis. Dalam proses adsorpsi dapat digunakan adsorben berupa zeolit alam. Penelitian ini bertujuan untuk membuat adsorben CaO-zeolit dan mempelajari pengaruh laju alir uap etanol serta berat adsorben CaO-zeolit terhadap kadar etanol yang dihasilkan pada proses pengeringan *ethanol fuel grade* dengan metode adsorpsi kolom ungun tetap menggunakan adsorben CaO-Zeolit.

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau campuran cairan, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan adsorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan

tersebut. Adsorben (*adsorbent*) adalah bahan padat dengan luas permukaan yang besar. Permukaan luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada permukaan tersebut. Pemilihan adsorben yang baik didasarkan pada luas permukaannya yang besar. Contoh adsorben antara lain karbon aktif, *silica gel*, CaO, zeolit dan lain sebagainya (Handojo, 1995).

Adsorben yang digunakan adalah zeolit yang dimodifikasi menjadi CaO-Zeolit. Zeolit secara empiris ditulis  $(M^+, M^{2+})Al_2O_3 \cdot xSiO_2 \cdot yH_2O$ , dengan  $M^+$  berupa Na atau K dan  $M^{2+}$  berupa Mg, Ca, atau Fe. Li, Sr atau Ba dalam jumlah kecil dapat menggantikan  $M^+$  atau  $M^{2+}$ ,  $x$  dan  $y$  bilangan koefisien. Beberapa spesimen zeolit berwarna putih, kebiruan, kemerahan, coklat, dll., karena hadirnya oksida besi atau logam lainnya. Densitas zeolit antara 2,0 -2,3 g/cm<sup>3</sup>, dengan bentuk halus dan lunak.

Zeolit mempunyai beberapa sifat antara lain: mudah melepas air akibat pemanasan, tetapi juga mudah mengikat kembali molekul air dalam udara lembab. Oleh sebab sifatnya tersebut maka zeolit banyak digunakan sebagai bahan pengering. Disamping itu zeolit juga mudah melepas kation dan diganti dengan kation lainnya, misal zeolit melepas natrium dan digantikan dengan mengikat kalsium atau magnesium. Sifat ini pula menyebabkan zeolit dimanfaatkan untuk melunakkan air. Zeolit dengan ukuran rongga tertentu digunakan pula sebagai katalis untuk mengubah alkohol menjadi hidrokarbon sehingga alkohol dapat digunakan sebagai bensin.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh mahasiswa Universitas Diponegoro, Dian Kusuma Rini dan Fendy Anthonius L. (2010), diameter ukuran zeolit yang semakin kecil akan meningkatkan daya adsorpsi uap air oleh zeolit. Baik zeolit yang telah diaktivasi fisik maupun kimiawi, persentase adsorpsi uap air terbesar oleh zeolit terjadi pada ukuran diameter 2,00 mm, yaitu sebesar 9,48% dan 7,23%. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran diameter zeolit maka luas bidang permukaannya semakin besar. Dengan luas bidang permukaan yang besar menyebabkan ruang hampa dan pori-pori yang dimiliki zeolit akan semakin banyak. Ruang hampa pada zeolit berfungsi sebagai tempat menampung uap air yang teradsorpsi, dan pori-pori pada zeolit berfungsi sebagai tempat jalur masuknya uap air yang teradsorpsi. Sehingga ruang hampa dan pori-pori yang semakin banyak inilah yang membuat zeolit mampu mengadsorpsi uap air semakin banyak pula.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kondisi ideal dalam penjeraban air pada larutan etanol dengan menggunakan adsorben zeolit alam, sehingga dihasilkan etanol dengan kadar yang tinggi.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah etanol teknis dengan kadar  $\pm 70\%$ , zeolit alam granular, Ca(OH)<sub>2</sub>, dan aquadest. Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain rangkaian alat distilasi, rangkaian alat adsorber, pengaduk dan pemanas.

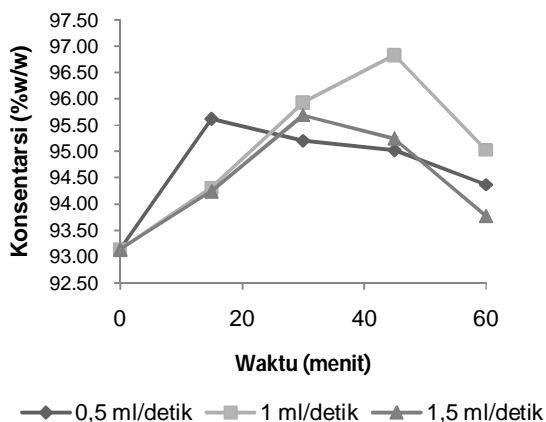
Proses pembentukan CaO-Zeolit dilakukan dengan menyiapkan zeolit alam berbentuk granular. Kemudian dilakukan proses pertukaran ion antara zeolit dengan larutan Ca(OH)<sub>2</sub> selama 5 jam dengan perbandingan antara larutan dan zeolit adalah 1:10. Zeolit hasil pertukaran ion lalu dikeringkan dalam oven bersuhu 110 °C selama 2 jam dan dikalsinasi dalam furnace bersuhu 420 °C selama 5 jam. Zeolit yang akan dipakai untuk penjeraban, dipanaskan terlebih dahulu dalam oven bersuhu 100°C selama 15 menit.

Proses pengeringan etanol kemudian diawali dengan proses distilasi sampai kadar etanol  $\pm 95\%$  menggunakan menara distilasi dengan bahan isian. Proses distilasi dilakukan dengan memanaskan etanol hingga mencapai suhu  $\pm 80^\circ C$ . Uap etanol yang dihasilkan akan melewati bahan isian dan diembunkan menjadi etanol cair melalui kondensor.

Selanjutnya pengeringan etanol menggunakan rangkaian adsorpsi kolom unggun tetap. Rangkaian alat adsorber ini terdiri: kolom unggun tetap (kolom adsorber), penampung etanol umpan (stokpot), kompor listrik, kondensor dan *connector* adsorber. Kolom adsorber terdiri dari tabung tempat adsorben, tabung-dalam adsorber, dan tabung-luar adsorber. Variabel yang digunakan adalah Variabel laju alir dan variabel berat adsorbent. Untuk variasi laju alir uap etanol-air yaitu 0,5;1 dan 1,5 ml/s, variabel tetap yang digunakan adalah berat adsorben CaO-zeolit ( $\pm 200$  gram). Untuk variasi berat adsorben yaitu 150, 200 dan 250 gram CaO-Zeolit. Etanol umpan dengan kadar etanol  $\pm 95\%$  dipanaskan menggunakan pemanas listrik dan dijaga suhu pada  $\pm 80^\circ C$ . Uap etanol kemudian dialirkan ke dalam kolom unggun tetap yang berisi adsorbent CaO-zeolit. Uap etanol keluaran dari kolom adsorber diembunkan menjadi etanol cair melalui kondenser. Hasil keluaran etanol dari kondenser ditampung dan dianalisa kadar etanol menggunakan piknometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian dengan variabel laju alir uap, digunakan variasi laju alir uap etanol-air yaitu 0,5 ;1 dan 1,5 ml/s. Dengan kondisi adsorpsi yang digunakan adalah volume umpan 1500 ml ; kadar etanol umpan 93,13% ; massa adsorben 203 gram. Hasil yang diperoleh disajikan pada Gambar 1.

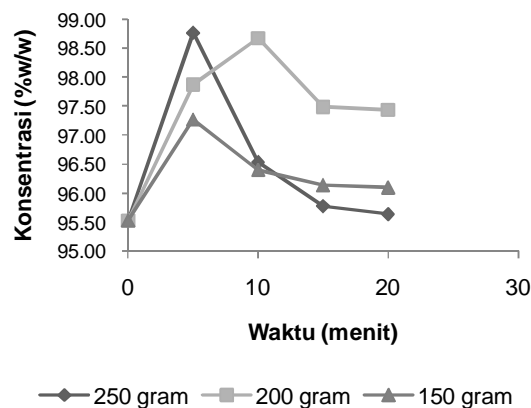


Gambar 1. Konsentrasi etanol keluaran adsorber pada variabel laju alir uap etanol (0,5 ; 1 ; 1,5 mL/detik)

Gambar 1 menunjukkan konsentrasi etanol pada berbagai laju alir uap etanol. Terlihat kecenderungan bahwa semakin besar laju alir didapatkan konsentrasi uap etanol semakin menurun. Konsentrasi etanol keluar adsorber akan menurun setelah diperoleh kadar etanol optimum. Penurunan kadar etanol pada campuran etanol-air dikarenakan uap etanol yang mengenai adsorben semakin cepat dan kadar air yang terjerap dalam adsorben menjadi sedikit sehingga mengakibatkan kadar uap etanol menurun.

Dari Gambar 1 dapat dilihat pada variasi laju alir uap campuran etanol-air 0,5 ml/detik didapatkan konsentrasi etanol tertinggi yaitu 95,617 % pada menit ke-15. Untuk laju alir 1 ml/detik, konsentrasi etanol meningkat menjadi 96,823% pada menit ke-45 dan untuk laju alir 1,5 ml/detik konsentrasi etanol menurun didapat 95,686% pada menit ke-30.

Pada penelitian dengan variabel berat adsorben CaO-Zeolit, digunakan variasi berat adsorben yaitu 150; 200 dan 250 gram. Dengan kondisi adsorpsi yang digunakan adalah volume umpan 500 ml; kadar etanol umpan 95,53%; laju alir uap etanol 1 ml/gram. Hasil yang diperoleh disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi etanol keluaran adsorber pada variabel berat adsorben CaO-Zeolit (150 ; 200 ; 250 gram)

Gambar 2 menunjukkan konsentrasi etanol pada berbagai variabel berat adsorben. Terlihat kecenderungan bahwa semakin besar berat adsorben didapatkan konsentrasi etanol semakin besar. Kenaikan konsentrasi etanol dikarenakan berat adsorben yang semakin besar berarti semakin banyak uap etanol yang mungkin terjerap oleh adsorben.

Pada Gambar 2 dapat dilihat untuk laju alir tetap uap campuran etanol-air 1 mL/detik dengan berat adsorben 150 gram didapatkan konsentrasi tertinggi yaitu 97,272 % pada menit ke-5. Untuk berat adsorben 200 gram, konsentrasi etanol tertinggi meningkat menjadi 98,68% pada menit ke-10 dan untuk berat adsorben 250 gram didapat konsentrasi etanol tertinggi sebesar 98,770% pada menit ke-5.

## KESIMPULAN

Pembuatan CaO-Zeolit granular dilakukan dengan proses pertukaran ion antara zeolit dan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Hasil yang didapat dari penjeraban campuran etanol-air menggunakan CaO-Zeolit adalah etanol dengan kadar 98,77%. Pengaruh laju alir uap-etanol dengan konsentrasi keluaran adsorber tertinggi didapatkan pada laju alir 1 ml/detik, yaitu 96,823% pada menit ke-45. Pengaruh berat adsorben CaO-Zeolit dengan konsentrasi keluaran adsorber tertinggi didapatkan pada variabel berat adsorben 250 gram, yaitu 98,770% pada menit ke-5.

## DAFTAR PUSTAKA

- Handojo, L., 1995, "Teknologi Kimia Bagian 2", PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Ladisch, Michael R., 1984, "I&EC Process Design Development", American Chemical Society, America.

- 
- Nasikin, M., A.Wahid, E.Suhardono, 2002, "Pengkayaan Oksigen Dalam Udara Menggunakan Zeolit Alam untuk Meningkatkan Efisiensi Pembakaran", prosiding Seminar QiR ke 5.
- Perry, R.H., and Green, D., 1984, "Perry's Chemical Engineers Hand's book", 6th Edition, Mc Graw Hill Book Co., New York.
- Rini, Kusuma,D., dan Fendy Anthonius L, 2010,"Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi", Laporan Penelitian Univesitas Diponegoro, Semarang.